

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生物科

030316

影響草王-銳頭瓶爾小草生長與分布的因素

學校名稱：桃園市立光明國民中學

作者： 國一 洪靖豐 國一 林柏賢 國二 黃亦慈	指導老師： 池婷伊 鍾琬君
---	-----------------------------

關鍵詞：銳頭瓶爾小草、陽光、生物交互作用

摘要

有「草王」之稱的銳頭瓶爾小草(*Ophioglossum petiolatum* Hook)為台灣短草地常見的小型厚囊蕨。它出現在校園花圃中，但分布很不平均。我們根據光線、溫度、溼度、土壤 pH 值與伴生植物的影響，研究銳頭瓶爾小草在校園的分布。本研究發現：1.銳頭瓶爾小草喜愛冬季早晨由南方照射而來的暖陽，且照射時間需超過 6 小時，較適合銳頭瓶爾小草的生長；2.由西北射來的午後陽光，由於溫度太高，無法促使其生長；3.馬櫻丹會抑制銳頭瓶爾小草的生長，使其無法生長在種植馬櫻丹的花圃。

壹、研究動機

我喜歡下課和同學在走廊聊天，沒事會撥弄花台的小花小草，有些花草越高，葉子也越長越多，最後還會開漂亮的花、結出小巧的果實。裡頭有一種小草特別奇怪，小芽從土裡冒出來，成長至倒下死亡，都只有一片葉子和一枝有分格的棒子，不開花也沒有果實，我們感到很新奇，採了一棵去問老師，才知道它是屬於蕨類植物的銳頭瓶爾小草(*Ophioglossum petiolatum* Hook.)。

但是，我們在生物課本中學到的蕨類植物，通常是羽狀複葉，孢子囊堆在葉背成點狀或線狀，而銳頭瓶爾小草的孢子囊堆在哪裡呢？於是我們上網和到圖書館查了資料後才發現，台灣的蕨類植物有許多類型，銳頭瓶爾小草屬於厚囊蕨，具有大型孢子囊，肉眼可見(郭 1997)。

銳頭瓶爾小草在台灣為十大特殊草藥，可清熱解毒，俗稱「草王」，一斤要價四千元(隨 2008；ET today、TVBS、中視新聞 2016)，雖然北部低海拔草地常見，但因過度摘採，植株都不大(郭 1997)，雖然大多數文獻記載銳頭瓶爾小草常見於平地的草皮中，但沃(2015)在《瓶爾小草/一葉草的種植方法》中卻指出銳頭瓶爾小草喜好長在圖一的環境中。之所以被過度摘採是因為銳頭瓶爾小草為台灣民俗草藥，又稱為一葉草或矛盾草(荒野 2008)。



圖一 銳頭瓶爾小草喜好生長於灌木叢下，以擋住台灣夏季強烈的光線

我們很好奇銳頭瓶爾小草為什麼會出現在學校4樓的花圃呢？它怎麼長出來的呢？學校其他地方也有銳頭瓶爾小草嗎？因為蕨類植物具有世代交替，平日常見的是孢子體，而孢子萌發所長出的是配子體，我們推測應該是銳頭瓶爾小草的孢子，在偶然的情況下，來到學校的花圃，長出配子體，精卵結合後，長出銳頭瓶爾小草的孢子體。之後再無性生殖長出許多銳頭瓶爾小草。

我們實地調查銳頭瓶爾小草在校園中的分布，測量各種影響植物生長的環境因素，以探討是何種因素影響銳頭瓶爾小草的生長與分布。

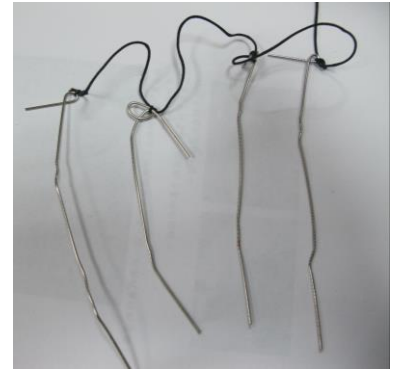
貳、研究目的

- 一、觀察銳頭瓶爾小草孢子體的細部構造。
- 二、實地勘察校園中銳頭瓶爾小草之分布。
- 三、探討環境因素對銳頭瓶爾小草生長的影響。
- 四、歸納銳頭瓶爾小草最佳生長環境。

參、研究設備及器材

- 一、觀察銳頭瓶爾小草孢子體的細部構造。
 - (一) 以肉眼觀察其生長環境與個體差異，並以相機記錄其形態差異。
 1. 紙、筆
 2. 相機
 - (二) 將生長形態有明顯差異的銳頭瓶爾小草，選一株具代表性的植株，進行解剖觀察。
 1. 培養皿
 2. 鑷子
 3. 刀片
 4. 蓋、載玻片
 5. 解剖顯微鏡
 6. 複式顯微鏡
 7. 相機(顯微鏡專用)
- 二、實地勘察校園中銳頭瓶爾小草之分布。
 - (一) 2014年冬末：1月27日與29日初步調查
 1. 記錄紙
 2. 筆
 - (二) 2015年春初：3月9日拍照與觀察：相機
 - (三) 第二次拍照觀察與花圃編號：2015年12月8日
 1. 紀錄紙
 2. 筆

3. 相機
- (四) 2016 年冬末：1 月 26 日拍照觀察與密度調查
 1. 紀錄紙
 2. 筆
 3. 相機
 4. 自製調查工具：10 cm X10 cm 工具：迴紋針，線
- (五) 2016 年冬末：1 月 27 日生態池拍照觀察與密度調查
 1. 紀錄紙
 2. 筆
 3. 相機



圖二 自製調查工具

三、探討環境因素對瓶爾小草生長的影響。

(一) pH 值對瓶爾小草的影響：測量土壤 pH 值

1. 花圃中的乾燥土壤 1 g
2. 電子秤
3. 50 ml 燒杯
4. 二次水 10 ml
5. 10 ml 量筒
6. 100 ml 燒杯
7. 玻棒 1 支
8. 鑷子 1 支
9. 廣用試紙
10. 廣用試紙標準變色表
11. 記錄紙
12. 筆
13. 相機

(二) 陽光對瓶爾小草的影響

1. 測量陽光入射角
 - (1) 粉筆
 - (2) 協助同學
 - (3) 捲尺
 - (4) 筆
 - (5) 記錄紙
2. 陽光照射時間對瓶爾小草的影響：攝影機

肆、研究過程與方法

一、觀察銳頭瓶爾小草孢子體的細部構造。

- (一) 以肉眼觀察其生長環境與個體差異，並以相機記錄其形態差異。
- (二) 將生長形態有明顯差異的銳頭瓶爾小草，選一株具代表性的植株，進行解剖觀察。
 1. 選定植株後，先以相機拍攝實際其生長情況，再小心的以鏟子整株挖出。
 2. 洗淨後，小心的將銳頭瓶爾小草洗乾淨，去除其他植物的雜根。
 3. 在解剖顯微鏡下，將銳頭瓶爾小草的根、莖、營養葉與孢子囊枝徒手切片，製作成玻片標本，以複式顯微鏡觀察。

二、實地勘察校園中銳頭瓶爾小草之分布。

(一) 2014 年冬末：1 月 27 日與 29 日初步調查

走訪校園中每一處有泥土的地方，以肉眼尋找銳頭瓶爾小草的蹤跡，並紀錄它在校園中的分布。

(二) 2015 年春初：3 月 9 日拍照與觀察

走訪校園中每一處有銳頭瓶爾小草的地方，並拍下它在校園中的分布與形態。

(三) 2015 年冬初：12 月 12 日拍照觀察與花圃編號

重新觀察學校內有沒有新長的瓶爾小草，並用相機拍下它的形態，再用紙筆紀錄下來。如有遇到，可用直接數的方式或自製調查工具以利方便計算其密度。



圖三 以自製調查工具計算銳頭瓶爾小草的密度

(四) 2016 年冬末：1 月 26 日拍照觀察與密度調查

在這一次密度調查中，我們觀察到去年沒有瓶爾小草的 1、2 樓花圃有零星的銳頭瓶爾小草長出，而且我們也發現到，本來只有東南方有瓶

爾小草，但發現了各方位也長出少量的瓶爾小草。

(五) 2016 年冬末：1 月 27 日生態池拍照觀察與密度調查

第一次走訪生態池，發現了不少的瓶爾小草，尤其是越靠近池塘邊銳頭瓶爾小草的數量就越多，除此之外也發現了在部分樹木底下有零星瓶爾小草生長。

(六) 2016 年春初：3 月 3 日拍照觀察與密度調查

在這一次密度調查中，我們觀察到 1 月 26 日沒有銳頭瓶爾小草的花圃，居然長出了滿滿的銳頭瓶爾小草，是寒假才剛冒出來的。

三、探討環境因素對銳頭瓶爾小草生長的影響。

(一) pH 值對瓶爾小草的影響：測量土壤 pH 值

1. 以鏟子挖取花圃中的土壤，去除肉眼可見的細根，置入 50 ml 的燒杯中，放在室內陰乾待用。
2. 以電子秤量取已乾燥的花圃中的土壤 1 g。
3. 將 1 g 的土倒入燒杯中，與 100 ml 的二次水充分混合。
4. 以鑷子夾取一張廣用試紙，測其 pH 值，以廣用試紙用標準變色表比較，在紀錄表中紀錄數值，並拍照留證。

(二) 陽光對瓶爾小草的影響

1. 測量陽光入射角：冬末；2016 年 1 月 26 日

- (1) 量測有最多銳頭瓶爾小草的 A 棟，1 樓 ~ 5 樓之陽光入射角，在 4 個時段前(8:30 分、9:15 分、10:10 分、10:20 分；這 4 個時段學校會有鐘聲)，請 5 位同學拿著粉筆在 1 樓 ~ 5 樓正中央的陽台邊等待。
- (2) 在鐘聲響起時，以粉筆在地板上畫記花圃的影子軌跡。
- (3) 我們再以捲尺測量各樓層走廊上的花圃牆壁高度(H)、各個時間點花圃的影長(L)，以計算出太陽入射角度(θ)

2. 陽光照射時間對瓶爾小草的影響：春初；2016 年 3 月 2 日

- (1) 將攝影機架設在 C 棟 5 樓，在陽光直射到 A 棟所有花圃之前(早上 6 點 40 分)，開始拍攝 A 棟所有面東南的花圃，直到所有花圃皆直射到陽光為止。
- (2) 將攝影機架設在 C 棟 5 樓，在陽光無法直射 A 棟所有花圃之前(早上 10 點 30 分)，開始拍攝 A 棟所有面東南的花圃，直到所有花圃皆無法直射到陽光為止。
- (3) 計算所有 A 棟所有面東南的花圃被陽光直射的時間，以了解陽光照射時間對瓶爾小草的影響。

伍、研究結果

銳頭瓶爾小草 (*Ophioglossum petiolatum* Hook) 之分類階層如下：

KINGDOM Plantae 植物界

PHYLUM Pteridophyta 蕨類植物門

CLASS Filicopsida 真蕨綱

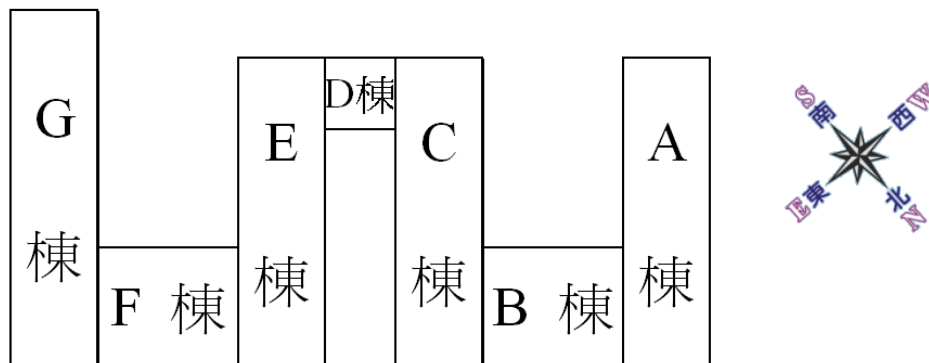
ORDER Ophioglossales 瓶爾小草目

FAMILY Ophioglossaceae 瓶爾小草科

GENUS *Ophioglossum* 瓶爾小草屬

Ophioglossum petiolatum Hook 銳頭瓶爾小草

一、觀察銳頭瓶爾小草孢子體的細部構造。



圖四 學校主建築分布與方位圖

- (一) 以肉眼觀察其生長環境與個體差異，並以相機記錄其形態差異。
1. 生長在 E 棟 3 樓，沒有孢子囊枝的植株。
 2. 生長在 A 棟 5 樓，葉子細長，具有孢子囊枝的植株。
 3. 生長在 A 棟 5 樓，葉子圓短，具有孢子囊枝的植株。
- (二) 將生長形態有明顯差異的銳頭瓶爾小草，選一株具代表性的植株，進行解剖觀察。
1. 生長在 E 棟 3 樓，沒有孢子囊枝的植株。
 - (1) 生長環境與植株外型：一整年都沒有孢子囊枝(2015/1/27 ~ 2016/3/3)，多片營養葉由同一生長點長出，根、莖、葉較幼嫩，易切成薄片。

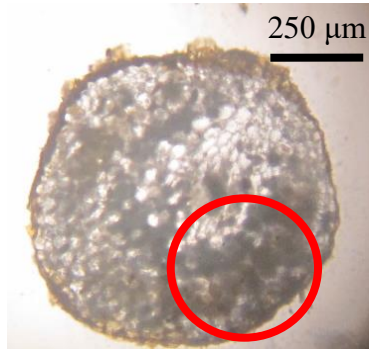


圖五 無孢子囊枝的植株



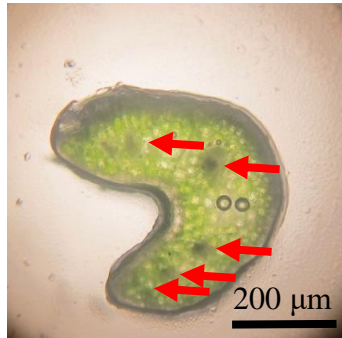
圖六 洗淨後的整株銳頭瓶爾小草

(2) 根：隱約看得出菌根(紅色圓圈中較黑的地方)



圖七 銳頭瓶爾小草根部橫剖面圖

(3) 營養葉：5 條維管束(紅色箭頭標示處)



圖八 銳頭瓶爾小草葉片橫剖面圖

2. 生長在 A 棟 5 樓，葉子細長，具有孢子囊枝的植株。

(1) 生長環境與植株外型：與圓葉種明顯不同，僅 A5-4 花圃中有，
型態疑似狹葉瓶爾小草(*O. thermale* Komarov)。



圖九 葉子細長，疑似狹葉瓶爾小草的植株

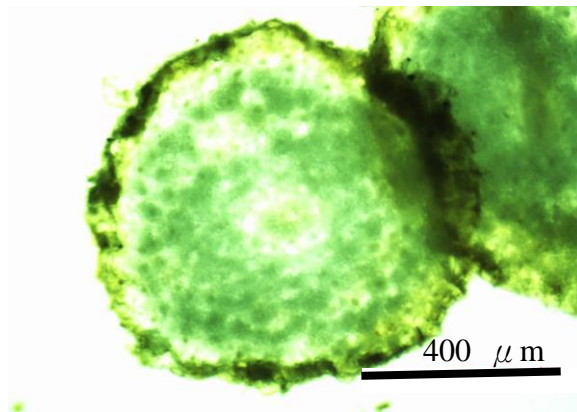
3. 生長在 A 棟 5 樓，葉子圓短，具有孢子囊枝的植株。

(1) 生長環境與植株外型：葉子圓短，春、秋季較易出現初生孢子囊枝。



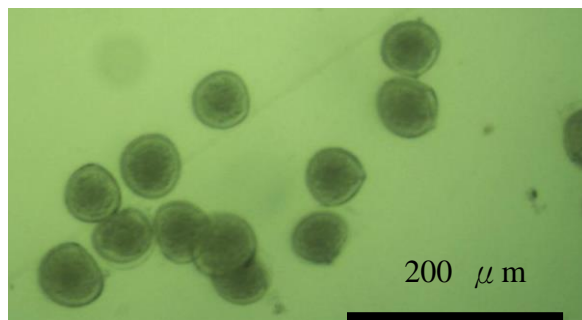
圖十 典型的銳頭瓶爾小草植株

(2) 根：隱約看得出菌根(橫剖面中較黑的地方)



圖十一 銳頭瓶爾小草根部橫剖面圖

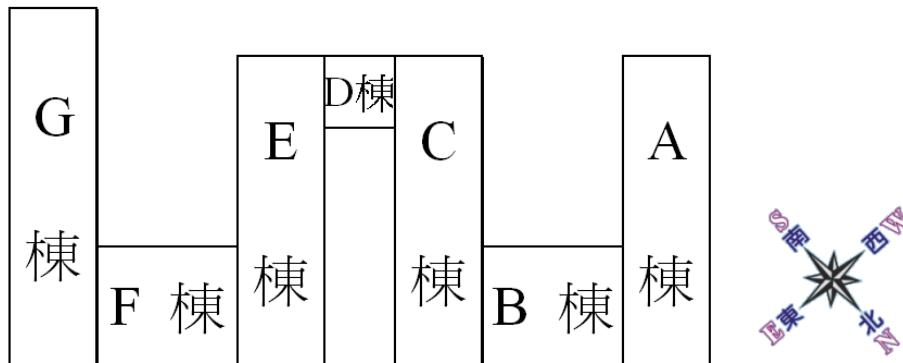
(3) 孢子：



圖十二 銳頭瓶爾小草孢子圖

二、實地勘察校園中銳頭瓶爾小草之分布。

(一) 2014 年冬末：1 月 27 日與 29 日初步調查



1. A 棟 5 樓的花園中皆有很多的銳頭瓶爾小草，B 棟亦有但較稀疏，C 棟、D 棟、E 棟、F 棟、G 棟皆未發現。



- 圖十三 分布密集的銳頭瓶爾小草 圖十四 較稀疏的銳頭瓶爾小草
2. A 棟 4 樓的花園中亦有不少的銳頭瓶爾小草，B 棟、C 棟、D 棟、E 棟、F 棟、G 棟皆未發現。
 3. A 棟 3 樓的花園中可發現少少的銳頭瓶爾小草，B 棟、C 棟、D 棟、E 棟、F 棟、G 棟皆未發現銳頭瓶爾小草。
 4. 各棟 1、2 樓皆未發現銳頭瓶爾小草。

(二) 2015 年春初：3 月 9 日拍照與觀察

1. 觀察到種植雲南黃馨的花園，銳頭瓶爾小草明顯較多；種植馬櫻丹與小葉馬櫻丹的花園銳頭瓶爾小草明顯較少。



圖十五 馬櫻丹植株



圖十六 小葉馬櫻丹植株



圖十七 雲南黃馨植株

(三) 2015 年冬初：12 月 12 日拍照觀察與花圃編號

1. 我們將銳頭瓶爾小草的數量分為：

(1) 無：花圃中沒有銳頭瓶爾小草；每平方公尺 0 株。



圖十八 C1-06 花圃中沒有銳頭瓶爾小草

(2) 零星：花圃中有銳頭瓶爾小草，但零星分布；每平方公尺 10 株以內。



圖十九 A3-06 花圃中僅有一株銳頭瓶爾小草

(3)少：花圃中有銳頭瓶爾小草，但沒有密集出現；每平方公尺 10 株至 100 株之間。



圖二十 E3-04 花圃中有 7 株銳頭瓶爾小草

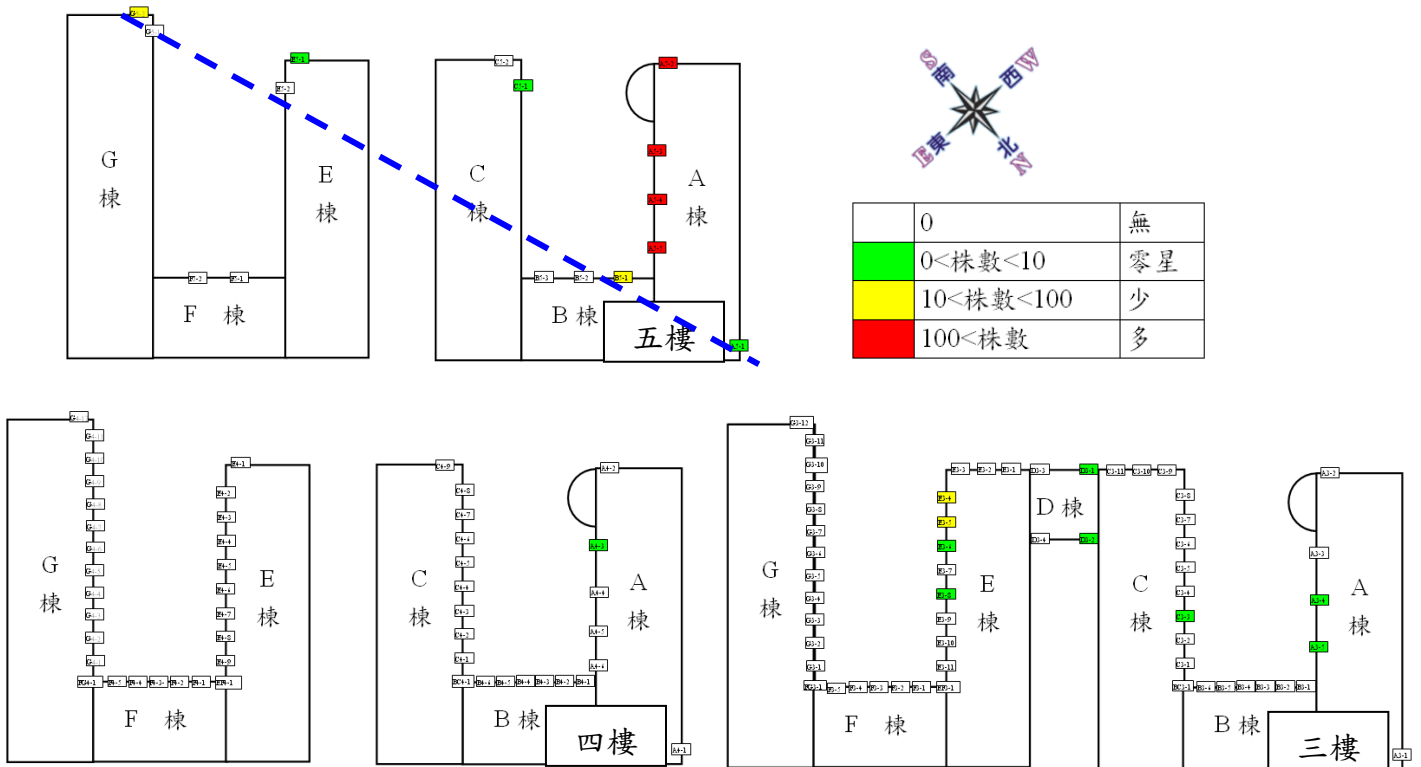
(4)多：花圃中有銳頭瓶爾小草，而且分布密集每平方公尺多於 100 株。



圖二十一 E5-01 花圃中有大量銳頭瓶爾小草

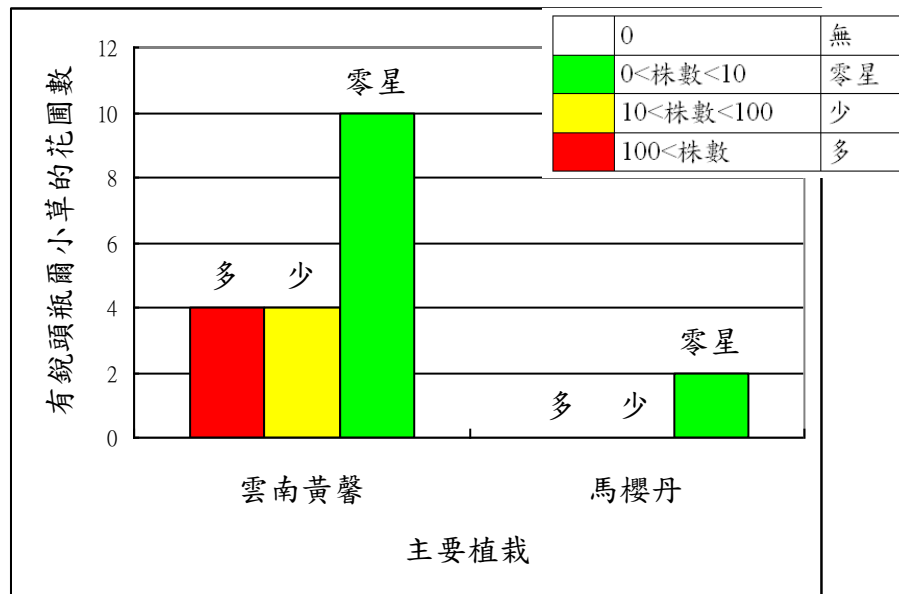
(四) 2016年冬末：1月26日拍照觀察與密度調查

1. 在學校3~5樓中，有銳頭瓶爾小草出現的花圃數量朝南的遠多於朝北的花圃，1~2樓則沒有任何花圃有銳頭瓶爾小草出現。



圖二十二 冬末各樓層銳頭瓶爾小草分布與密度圖(藍色虛線為上午光線入射角度，日期2016年1月26日)

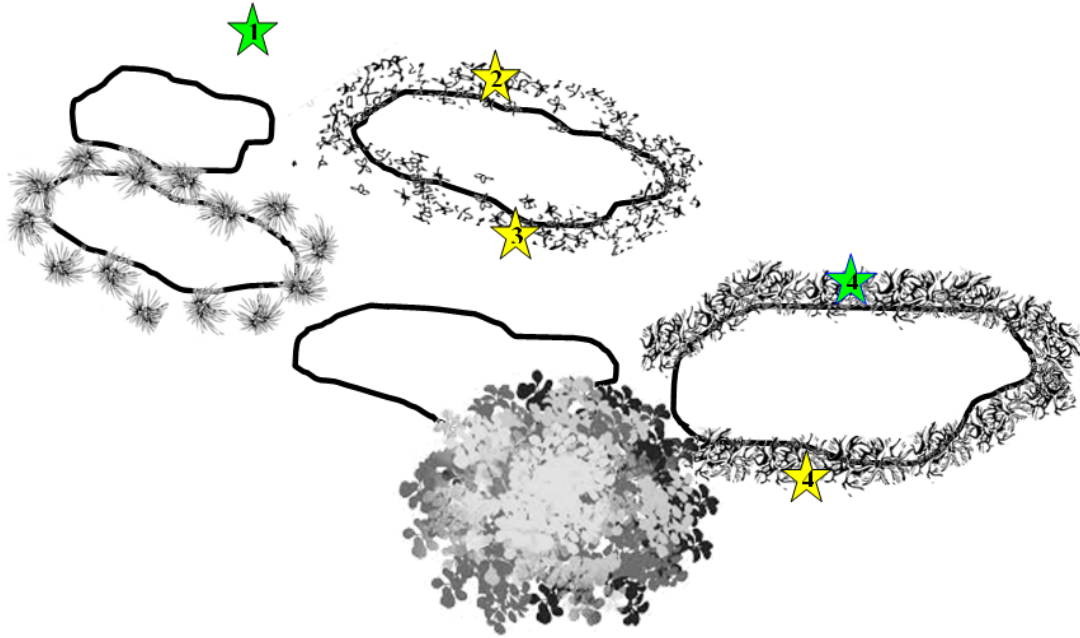
2. 有銳頭瓶爾小草的花圃，其主要植栽以雲南黃馨居多。



圖二十三 冬末各樓層銳頭瓶爾小草分布與主要植栽比較圖(2016年1月26日)

(五) 2016 年冬末：生態池拍照觀察與密度調查

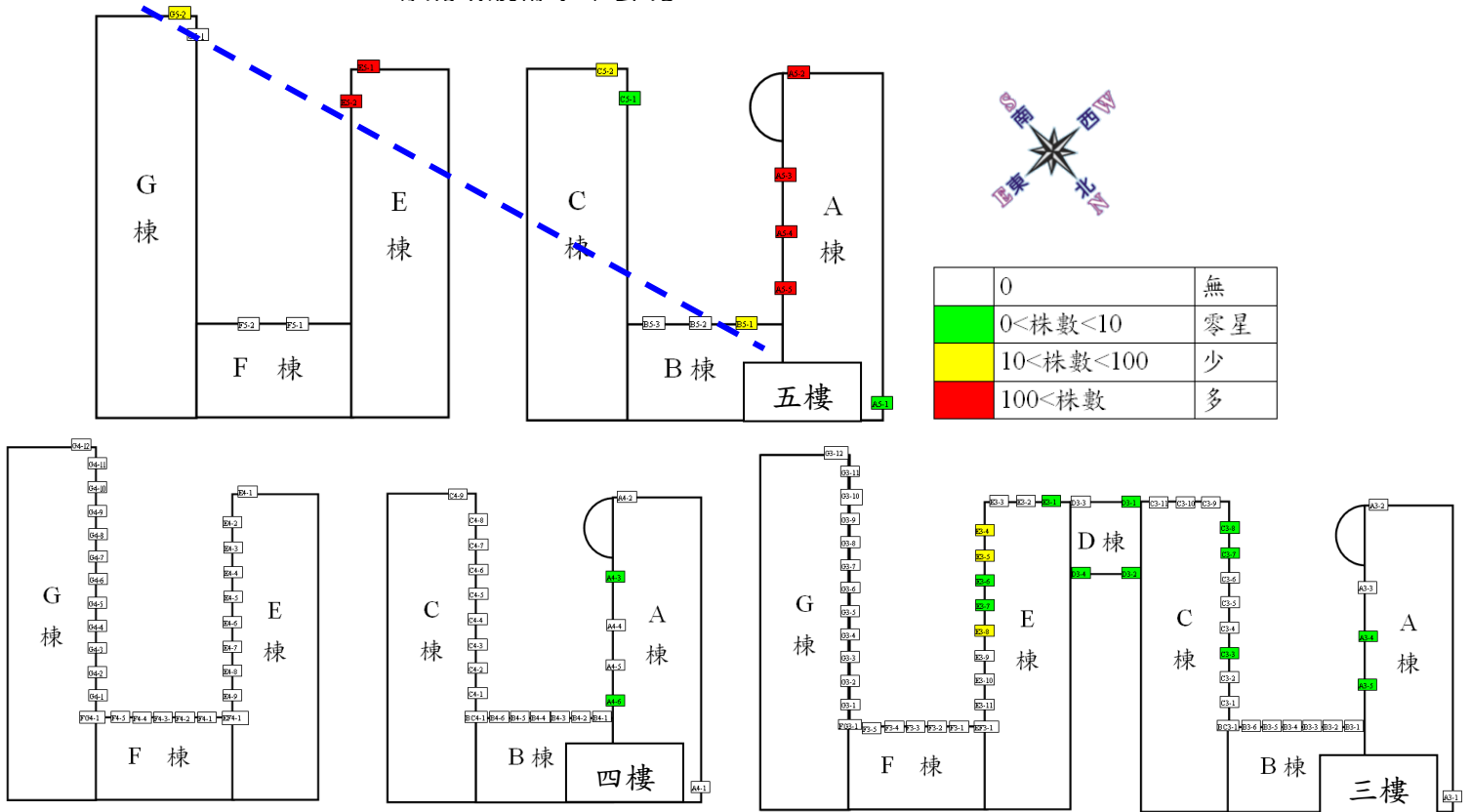
1. 於 1 月 27 日，調查生態池的銳頭瓶爾小草大多長在朱槿、撒金變葉木等灌叢底下，少有孢子囊枝；未長在灌叢底下的，更是零星分布，缺枝少葉的。



圖二十四 綠色星形位置的銳頭瓶爾小草零星分布(0 ~ 10 株/m²)；黃色星形位置的銳頭瓶爾小草少量分布(10 ~ 100 株/m²)

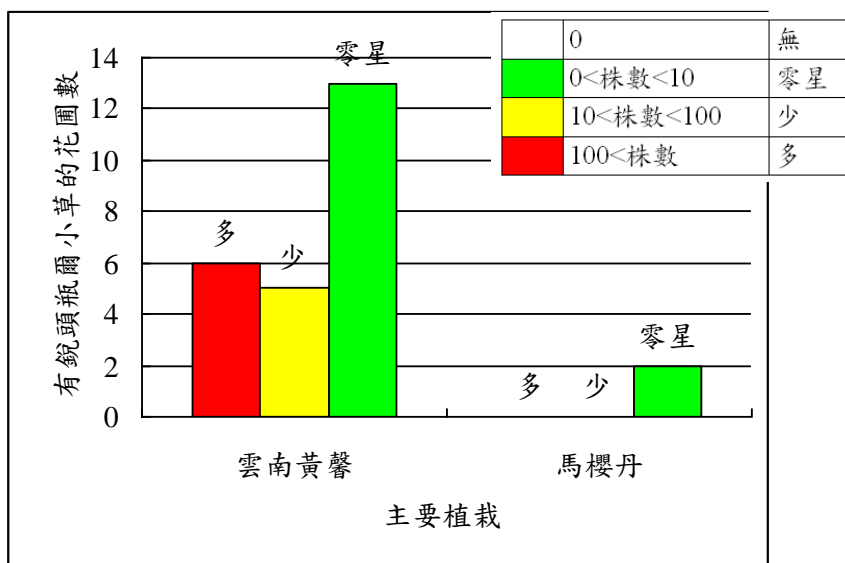
(六) 2016 年春初：拍照觀察與密度調查

- 與 1 月 26 日相同，3 月 3 日在學校 3~5 樓中，有銳頭瓶爾小草出現的花圃數量朝南的遠多於朝北的花圃，1~2 樓則沒有任何花圃有銳頭瓶爾小草出現。



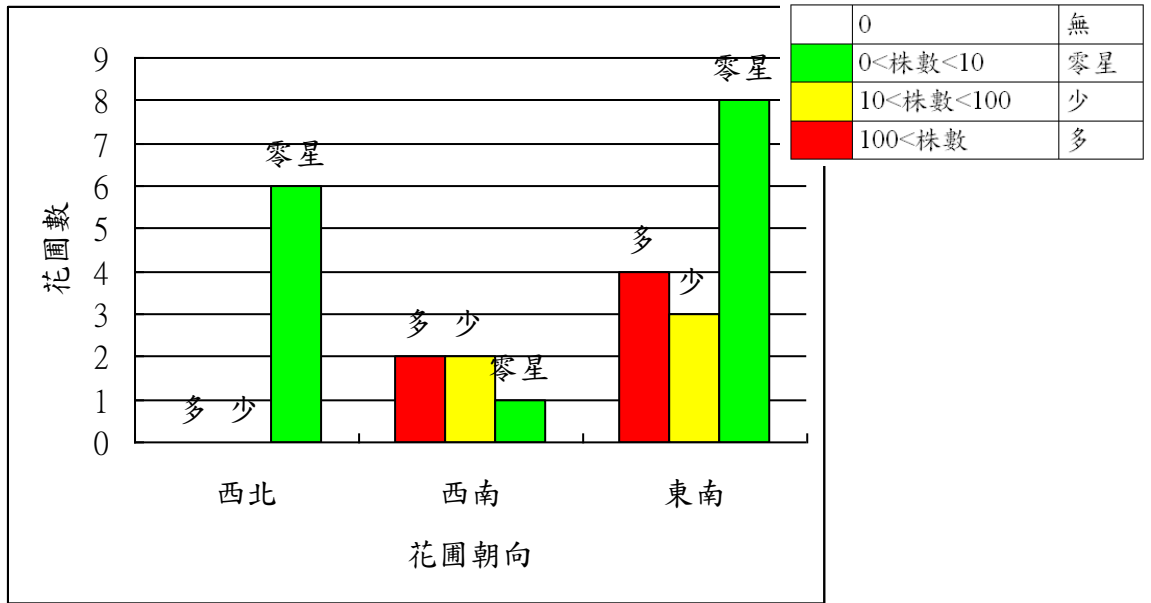
圖二十五 春初各樓層銳頭瓶爾小草分布與密度圖(2016 年 3 月 3 日)

- 與 1 月 26 日相同，有銳頭瓶爾小草的花圃，其主要植栽以雲南黃馨居多。



圖二十六 春初各樓層銳頭瓶爾小草分布與主要植栽比較圖(2016 年 3 月 3 日)

3. 僅有三個朝向的花圃有銳頭瓶爾小草分布，且以東南向與西南向居多

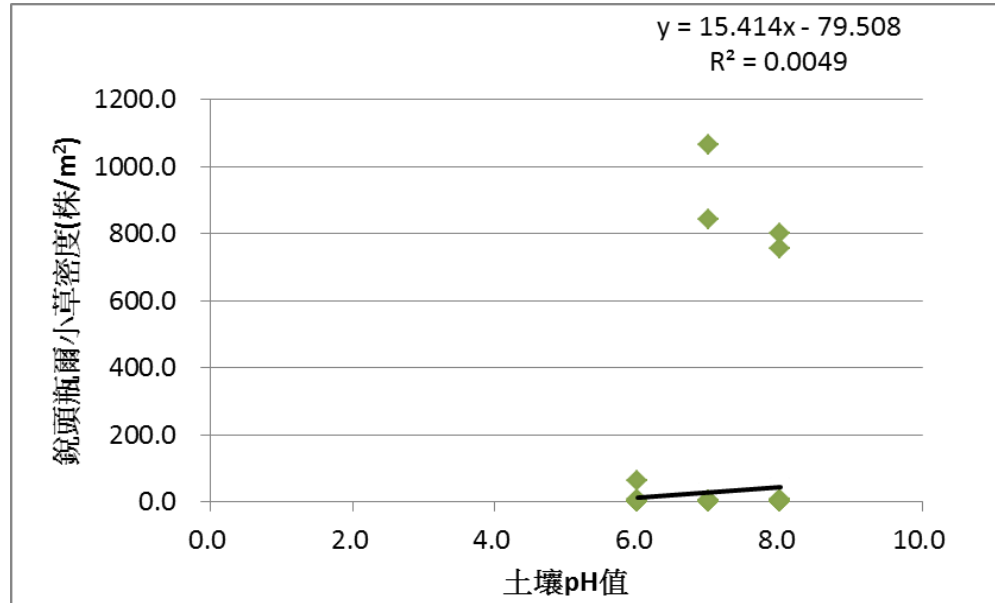


圖二十七 春初各樓層銳頭瓶爾小草分布與花園朝向比較圖
(2016年3月3日)

三、探討環境因素對銳頭瓶爾小草生長的影響。

(一)pH 值對瓶爾小草的影響：測量土壤 pH 值

1. 我們以土壤 pH 值為橫軸，銳頭瓶爾小草的密度為縱軸，畫出簡單迴歸分析圖，可看出土壤 pH 值與銳頭瓶爾小草的密度幾乎不相關 (圖二十八， $R^2=0.0049$)。

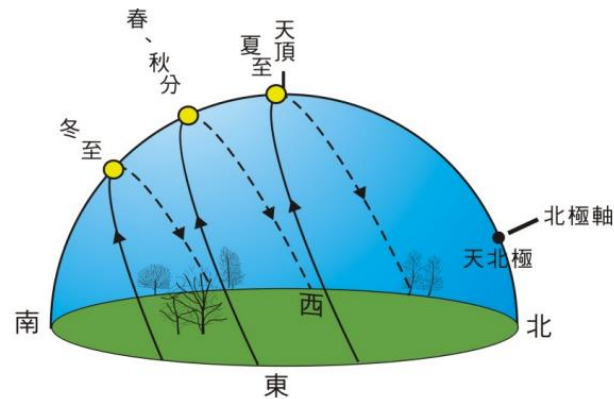


圖二十八 土壤 pH 值與銳頭瓶爾小草密度的迴歸關係

(二)測量陽光入射角

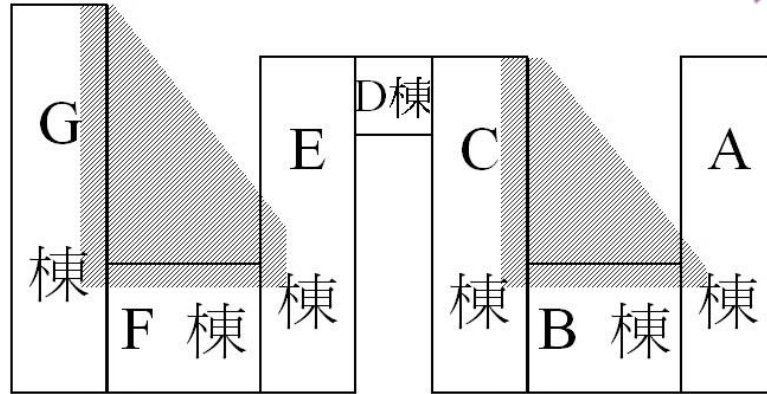
1. 測量陽光入射角：春初(2016 年 1 月 26 日)

(1) 各方位的受光照時間



圖二十九 桃園地區四季太陽仰角示意圖

桃園地區位於北緯 25 度，秋冬季時期太陽在天空中的運行位置為中天偏南方，正午的太陽仰角為 40 度至 65 度，陽光主要從偏南方照射學校建築物，圖三十的斜線區域為早上無陽光直射區。



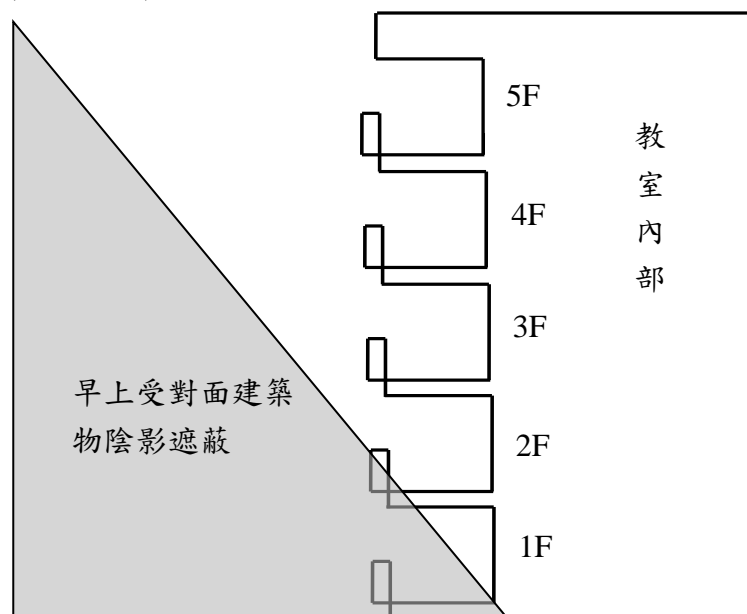
圖三十 陽光入射方位與建築物關係圖

(2) A 棟各樓層陽光入射角度差異

在早上 8 點 30 分至 10 點 20 分之間，同一時間測量各樓層圍牆高度及影長計算出的陽光角度，各樓層照射角度差距甚小，接受到的能量應相當，對瓶爾小草的分布沒有太大影響。

(3) A 棟受對面樓層遮蔽

在測量影子當天，早上在 8 點 30 分之前，1 樓花園受對面建築物之陰影遮蔽，無法受光照射，進入冬季，早晨陽光仰角更小，遮蔽的時間也越久。5 樓受光約 6 小時，每往下一樓層減少約 20 分鐘(圖三十一)。



圖三十一 A 棟早晨受對面建築物陰影遮蔽示意圖

(4) A 棟側向樓層(樓梯)遮蔽

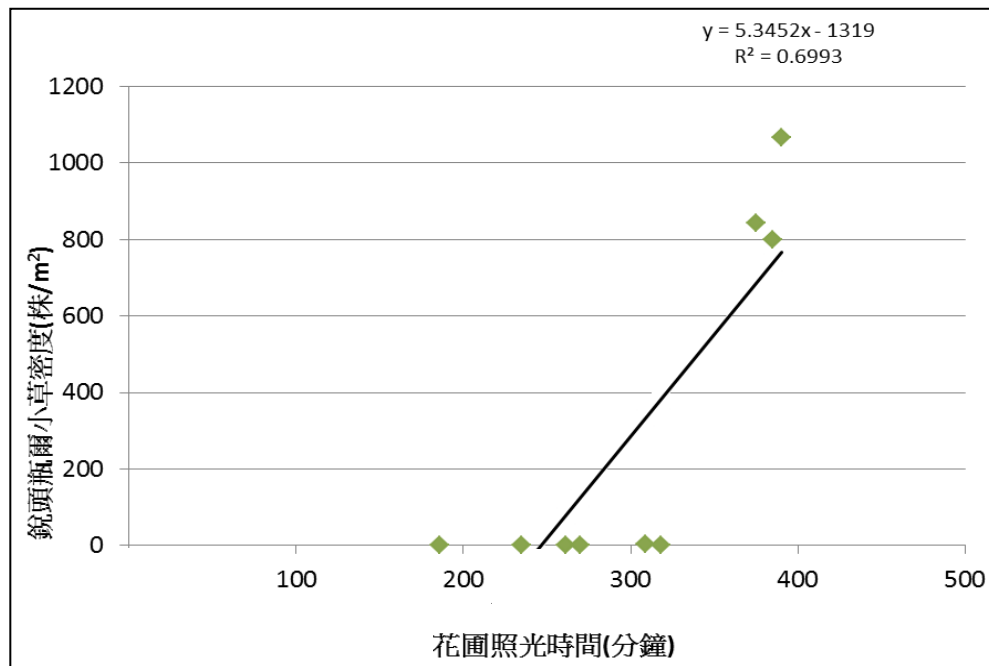
每日近中午時，從 1 樓開始會漸受到，受到敦品樓旁的樓梯陰影影響，接著 2、3 樓近樓梯側的花圃受光照射時間會減少。



圖三十二 春初早晨 A 棟受光情形(2015 年 3 月 13 日上午 07:54)

2. 陽光照射時間對瓶爾小草的影響：2016 年 3 月 2 日

(1) 在 A 棟、面東南、主要植栽為雲南黃馨的花圃中，我們以陽光直射時間為橫軸，銳頭瓶爾小草的密度為縱軸，畫出簡單迴歸分析圖，可看出花圃照光時間與銳頭瓶爾小草的密度有中度正相關(圖三十三， $R^2=0.6993$)。



圖三十三 花圃照光時間與銳頭瓶爾小草密度的迴歸關係

表一 A棟、面向東南花圃植栽、光照、密度統計表

花圃編號	主要植栽	光照(分鐘)	密度(株/m ²)
A2-3	馬櫻丹	175	0.0
A4-3	馬櫻丹	226	7.4
A2-6	馬櫻丹	279	0.0
A2-5	馬櫻丹	289	0.0
A2-4	馬櫻丹	294	0.0
A4-6	馬櫻丹	310	6.9
A4-5	馬櫻丹	330	0.0
A4-4	馬櫻丹	343	0.0
A1-1	雲南黃馨	186	0.0
A3-3	雲南黃馨	235	0.0
A1-3	雲南黃馨	261	0.0
A1-2	雲南黃馨	270	0.0
A3-5	雲南黃馨	309	3.2
A3-4	雲南黃馨	318	1.6
A5-4	雲南黃馨	375	844.4
A5-3	雲南黃馨	385	800.0
A5-5	雲南黃馨	390	1066.7

陸、討論

一、觀察銳頭瓶爾小草孢子體的細部構造。

- 1.銳頭瓶爾小草在學校的生長形態分三類，不長孢子囊的植株，可能為澆水頻率少，長不出孢子囊枝；僅在 A5-4 出現的疑似狹葉瓶爾小草(*O. thermale*)，之後應將其移地種植，以確認是何種瓶爾小草。
- 2.在根部剖面發現菌根，表示本校花圃中應有能與銳頭瓶爾小草共生的菌種。之後若能做出光照如何影響銳頭瓶爾小草的生長，也許能對本校長不出銳頭瓶爾小草的花圃做光照測試，看看是不是也長出銳頭瓶爾小草。

二、實地勘察校園中銳頭瓶爾小草之分布。

- 1.銳頭瓶爾小草主要生長於 3~5 樓朝向西南與東南的花圃中(圖二十二、圖二十五)，我們認為應與銳頭瓶爾小草的習性與生長週期有關，經過我們的觀察，它在許多花圃都留有生長點，多在秋末與春初大量長出，孢子囊枝成熟釋出孢子後，就慢慢的倒下、枯死，夏天是本校銳頭瓶爾小草數量最少的時候。而冬天的太陽由南方天空照射而來，所以，朝向西南與東南的花圃會接收到較多的日照，所以能冒出較多的銳頭瓶爾小草。

- 2.在 G 棟 5 樓有一個種了睡蓮、淹水的花圃，據老師說，在 8 年前，它可是長滿銳頭瓶爾小草的花圃，但現在，一棵也不見，與恰好與沃在 2015 年所提出的呼應。
- 3.在生態池的銳頭瓶爾小草數量少、密度少、狀態不佳，我們猜測是因為樹木遮蔭較多，且澆水時間不定所造成。

三、探討環境因素對銳頭瓶爾小草生長的影響。

- 1.土壤 pH 值對銳頭瓶爾小草的分布沒有太大的影響(圖二十八， $R^2=0.0049$)。
- 2.主要植栽的影響很顯著，在圖二十二、圖二十五中可以發現 A 棟 3 樓與 5 樓皆有銳頭瓶爾小草的分布，4 樓的受光與溫度，應介於 3 樓與 5 樓之間，卻只有 1、2 個零星分布的樣區，我們認為是因為 3 樓與 5 樓種的主要植栽是雲南黃馨(圖十七)，而 4 樓的主要植栽是馬櫻丹(圖十五)與小葉馬櫻丹(圖十六)之故，由圖二十三可知銳頭瓶爾小草大多都分布在主要植栽為雲南黃馨的花圃中。在我們上網搜尋文獻後，大多文獻皆指出馬櫻丹與小葉馬櫻丹皆屬於馬鞭草科馬櫻丹屬的植物，對哺乳動物有毒性，對其他生物沒有太大影響(醫 2009；清 2016)。但我們認為馬櫻丹分泌的某些化合物使銳頭瓶爾小草難以生長，這些化合物不影響土壤的酸鹼，若要確認將來應從馬櫻丹所含的化學物質一一測試。
- 3.各樓層陽光照射角度差異不大，即同一時間各樓層花圃單位面積受光能量相近；而受建築物陰影遮蔽時間較長之 1、2 樓花圃，銳頭瓶爾小草生長的情形較 4、5 樓的花圃差。可見光照時間長短對於銳頭瓶爾小草的生長影響較明顯，而非陽光照射角度。
- 4.在 A 棟、面東南、主要植栽為雲南黃馨的花圃中，可看出照光時間的確有助於銳頭瓶爾小草的生長與分布(圖三十三， $R^2=0.6993$)。而且，在這些花圃中，銳頭瓶爾小草密度多的花圃陽光直射皆超過 375 分鐘(表一)。
- 5.在 2016 年 3 月 2 日，本校朝東南的花圃(58 個)有太陽直射的時間約在 7 時至 13 時，而朝西北的花圃(87 個)，接受太陽直射的時間從 12 時至 17 時 50 分，整體受光長度均為 6 小時左右，但卻明顯發現朝東南的花圃中銳頭瓶爾小草的生長數量明顯大於朝西南的花圃，我們認為可能是下午因地面輻射而平均氣溫較早上高，所造成的差異。
- 6.我們沒有測量土壤水分的含量是因為本校各掃區的花圃，理論上，上午與下午的掃地時間都應該被完全澆濕，而各班是否確實澆水，實在不是我們能監控的。

四、歸納銳頭瓶爾小草最佳生長環境。

在沃(2015)《瓶爾小草/一葉草的種植方法》中指出以下三個條件是種植瓶爾小草的最佳環境：1.陽光不要直射，但是也不能太過陰暗；2.要維持空氣和土壤的高濕度，但是最好不要積水；3.要用肥沃但是透氣的介質種

植，才能長得肥壯。在本校的花圃中，第 1 點都很符合；今年冬季的天氣也非常適合作者的描述。但是，從我們的研究得知在面向東南的花圃中，陽光直射時間超過 6 小時，較適合銳頭瓶爾小草的生長。而且銳頭瓶爾小草喜愛冬季上午的陽光勝過下午的陽光，我們推論應為銳頭瓶爾小草在氣溫較低時，吸收光能的效率較佳所致。而且我們發現，雖然銳頭瓶爾小草喜歡長在灌叢下方，但是馬櫻丹不是他所喜歡的灌叢。

柒、結論

1. 銳頭瓶爾小草喜愛冬季由南方照射而來的暖陽，且照射時間超過 6 小時，較適合銳頭瓶爾小草的生長，但氣溫太高時，由西北射來的陽光，就無法促使其生長。
2. 馬櫻丹會抑制銳頭瓶爾小草的生長，使其無法生長在有馬櫻丹的花圃。

捌、參考資料

- (一)Ettoday 生活新聞；內服外用都 OK！一斤四千元「草王」公園竟然有得摘，2016。Http：<http://www.ettoday.net/news/20160423/685912.htm#ixzz46tOMngsB>。
- (二)Eva；有「草王」之稱的一葉草。隨意窩日誌，2008。
- (三)TVBS；一斤四千元！「草王」密藏內湖公園草皮中，2016。
- (四)尤丁孜等，國中自然與生活科技下冊，康軒出版社，2015。
- (五)中央氣象局；觀測資料查詢系統，2016。<http://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/>
- (六)中視新聞；公園淘金採「草王」一斤要價四千元，2016。
- (七)沃若藥植館；瓶爾小草/一葉草的種植方法，2015。<http://sealioler.pixnet.net/blog/post/6609534>
- (八)荒野保護協會；自然筆記，2008。<http://book.tndais.gov.tw/Brochure/tech113.htm>
- (九)郭城孟；蕨類圖鑑。遠流出版社；台北市，2001。
- (十)郭城孟；台灣維管束植物簡誌：第壹卷。行政院農委會；台北市 1997。
- (十一)清華蝴蝶園；從清華蝴蝶園裡的馬櫻丹談起-省視「外來植物原罪說」，2016。<http://cl-butterfly.vm.nthu.edu.tw/dev/?p=2034>。
- (十二)醫聲論壇；馬櫻丹與肝毒性，2009。<https://forum.doctorvoice.org/viewtopic.php?f=152&t=38528>。

【評語】 030316

1. 本研究探討分析瓶爾小草在校園各處的生長差異因素，具鄉土性，也具有實用價值。
2. 本研究進行了多次變因的分析，得到多項測量結果，但多層現象觀察結果、關鍵因素，尚待進一步探討確認，請繼續努力。